

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 30 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

REMISE DES PIÈCES DATE 1 JUIL 2003 LIEU 38 INPI GRENOBLE N° D'ENREGISTREMENT 0307967 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 01 JUIL. 2003 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Hecké World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman BP 1537 38025 Grenoble Cedex 1	
Vos références pour ce dossier PA1754FR <i>(facultatif)</i>			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Pile à combustible comportant des collecteurs de courant intégrés à l'empilement Electrode-Membrane-Electrode.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		Commissariat à l'Energie Atomique	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et Industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	31- 33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75752 Paris	
	Pays		
Nationalité		française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i>	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

REMISE DES PIÈCES DATE 1 JUIL 2003 LIEU 38 INPI GRENOBLE N° D'ENREGISTREMENT 0307967 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI PA1754FR DB 540 W / 210502
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		Hecké Gérard Jouvray Marie-Andrée Cabinet Hecké (S.A.)
Adresse Rue Code postal et ville Pays		World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman - BP 1537 38025 Grenoble Cedex France
N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		04 76 84 95 45 04 76 84 95 48 hecke@dial.oleane.com
7 INVENTEUR (S)		
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		
Le support électronique de données est joint La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences <input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
Gérard Hecké CPI 95-1201 Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410		

Pile à combustible comportant des collecteurs de courant intégrés à l'empilement Electrode-Membrane-Electrode.

5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne une pile à combustible comportant des premier et second collecteurs de courant correspondant respectivement à des première et seconde électrodes et un empilement comprenant une membrane électrolytique munie
10 de faces avant et arrière sur lesquelles sont respectivement disposées les première et seconde électrodes.

État de la technique

15

Les piles à combustible, de type piles à combustible à membrane échangeuse de protons, (par exemple « PEMFC » ou Proton Exchange Membrane Fuel Cell » ou échangeuse d'anions OH⁻) comportent généralement un grand nombre de cellules élémentaires disposées en série et comportant chacune un
20 empilement comprenant une anode et une cathode séparées par une membrane électrolytique. L'empilement est disposé entre deux plaques collectrices de courant et il est généralement appelé un empilement de type « EME » (Electrode-Membrane-Electrode). L'ensemble des cellules complémentaire forme un assemblage de type filtre-presse.

25

Ainsi comme représentée à la figure 1, une cellule élémentaire 1 comporte une anode 2, une cathode 3 et une membrane électrolytique 4 disposée entre les deux électrodes. Dans le cas d'une pile PEMFC, l'anode 2 est le siège d'une réaction dont le réactif est l'hydrogène tandis qu'une réaction entre les protons

H^+ formés à l'anode 2 et de l'oxygène se produit à la cathode 3 pour former de l'eau. La membrane électrolytique 4 est destinée à laisser passer les protons H^+ de l'anode 2 vers la cathode 3.

5 L'anode 2 et la cathode 3 sont respectivement alimentées en hydrogène et en oxygène, via des canaux de circulation 5a et 5b connectés à des sources de réactif qui peuvent être, d'une part de l'hydrogène pur ou des hydrocarbures reformés ou non pour la source d'hydrogène et, d'autre part de l'oxygène pur ou
10 de l'air pour la source d'oxygène. Les canaux de circulation 5a et 5b sont respectivement délimités par la face externe de l'anode et de la cathode et par la paroi interne de plaques 6a et 6b destinées à collecter le courant. Les plaques 6a et 6b sont généralement des plaques bipolaires qui enserrant l'empilement EME.

15 Chacune des électrodes est constituée par une couche de diffusion 2a et 3a et une couche catalytique 2b et 3b. Ainsi, chaque couche de diffusion 2a ou 3b permet le passage de fluides, c'est-à-dire de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'eau, entre un canal de circulation 5a ou 5b et la couche catalytique 2a et 3a de l'électrode correspondante. Les réactions électrochimiques ont lieu au niveau
20 des couches catalytiques de l'anode et de la cathode.

L'emploi des plaques collectrices de courant 6a et 6b est indispensable au bon fonctionnement de la pile à combustible. Cependant les plaques collectrices de courant peuvent altérer de façon significative la densité d'énergie massique et
25 volumique accessible de la pile. De plus, un tel assemblage est encombrant et son volume ne peut pas être facilement réduit. Or, dans certaines applications telles que celles destinées à fournir de l'énergie à des équipements portables, les piles à combustible doivent être peu encombrantes tout en conservant leurs performances.

Objet de l'invention

L'invention a pour but de réaliser une pile à combustible ayant des densités d'énergie accrues et capable d'alimenter facilement en fluide au moins un des composants de l'empilement électrode-membrane-électrode. Plus particulièrement, l'invention a également pour but de réaliser une pile à combustible peu encombrante et pouvant être miniaturisée, en utilisant notamment les techniques de fabrication de la microtechnologie.

10 Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les premier et second collecteurs de courant sont intégrés à l'empilement et ils sont chacun constitués par un dépôt métallique comportant une pluralité de passages transversaux pour un fluide.

15 Selon un premier développement de l'invention, le dépôt métallique est structuré sous la forme d'une grille.

Selon un second développement de l'invention, le dépôt métallique est structuré sous la forme d'un peigne.

20 Selon un troisième développement de l'invention, le dépôt métallique est poreux, les passages transversaux étant constitués par les pores du dépôt.

25 Selon un mode de réalisation préférentiel, le dépôt métallique est disposé sur une face externe de l'électrode correspondante.

Selon un autre mode de réalisation préférentiel, le dépôt métallique est disposé entre la membrane électrolytique et l'électrode correspondante.

Description sommaire des dessins

5 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

- 10 La figure 1 est une représentation schématique, en coupe, d'une cellule élémentaire d'une pile à combustible selon l'art antérieur.
- La figure 2 est une représentation schématique, en coupe, d'un mode particulier de réalisation d'une pile à combustible selon l'invention.
- Les figures 3 et 4 représentent, en vue de dessus, des premier et second modes de réalisation d'un collecteur de courant d'une pile à combustible selon l'invention.
- 15 Les figures 5 à 11 illustrent différentes étapes de réalisation d'une partie d'une pile à combustible selon l'invention.

Description de modes particuliers de réalisation.

20

Dans un mode particulier de réalisation, représenté à la figure 2, une pile à combustible comporte un empilement EME comprenant une membrane électrolytique 4 munie de faces avant et arrière 4a et 4b, sur lesquelles sont respectivement disposées des première et seconde couches catalytiques 2b et 3b, respectivement recouvertes par une couche de diffusion 2a et 3a. La première couche catalytique 2b et la première couche de diffusion 2a forment l'anode 2 tandis que la seconde couche catalytique 3b et la seconde couche de diffusion 3a forment la cathode 3.

25

Des premier et second collecteurs de courant 7 et 8 sont intégrés à l'empilement EME, c'est-à-dire que l'empilement EME et les premier et second collecteurs de courant 7 et 8 forment un même ensemble intégré. A la figure 2, les premier et second collecteurs 7 et 8 sont respectivement disposés sur les faces externes des première et seconde couches de diffusion 2a et 3a de l'anode 2 et de la cathode 3. Ils sont chacun constitués par un dépôt métallique comportant une pluralité de passages transversaux 7a et 8a destinés à permettre le passage d'un fluide vers une couche de diffusion. Ainsi, l'hydrogène peut passer à travers les passages transversaux 7a du collecteur de courant anodique 7 pour atteindre la couche de diffusion 2a de l'anode 2 et l'oxygène passe à travers les passages transversaux 8a du collecteur de courant cathodique 8 pour atteindre la couche de diffusion 3a de la cathode 3. De même, l'eau produite au cours du fonctionnement de la pile à combustible est évacuée par les mêmes passages transversaux 7a et 8a. Les dépôts métalliques formant les premier et second collecteurs de courant sont, de préférence, constitués par un métal choisi parmi les métaux nobles et le métal est, plus particulièrement, de l'or ou du platine dans le cas d'une pile à combustible acide et du nickel dans le cas d'une pile à combustible basique.

Les passages transversaux 7a et 8a sont disposés de manière à assurer la continuité du passage du courant dans les premier et second collecteurs de courant. Ainsi, comme représenté aux figures 3 et 4, les dépôts métalliques formant les collecteurs de courant peuvent être structurés sous la forme d'une grille (figure 3) ou sous la forme d'un peigne (figure 4). Les dépôts métalliques sont réalisés par tout type de méthodes connues pour réaliser des couches minces. Ils peuvent, notamment, être réalisés par dépôt physique en phase vapeur (PVD ou « Physical Vapour Deposition»), par dépôt chimique en phase vapeur (CVD ou « Chemical Vapour Deposition»), par sérigraphie ou par dépôt électrochimique. Les dépôts métalliques peuvent également être uniformément

poreux ou bien ils peuvent comporter une alternance de zones poreuses et de zones non poreuses, les pores jouant, dans les deux cas, le rôle des passages transversaux des collecteurs de courant.

5 Ce type de structure intégrée permet de collecter les électrons formés lors des réactions électrochimiques ayant lieu au niveau des couches catalytiques, tout en favorisant la diffusion des fluides réactifs ou des fluides formés, sans apport d'énergie extérieure telle que l'emploi d'un ventilateur, par exemple. A titre d'exemple, dans le cas d'un dépôt métallique sous forme de peigne (figure 4),
10 un fluide réactif, par exemple l'oxygène dans le cas du second collecteur 8, diffuse dans les passages transversaux 8a formés entre des branches 9 du peigne et il pénètre dans la couche de diffusion 3a de la cathode, sur toute sa face externe, pour ensuite réagir avec la couche catalytique 3b. De par le nombre et la répartition des passages transversaux, le fluide peut pénétrer sur
15 la totalité de la couche de diffusion et donc réagir sur une large surface de la couche catalytique. Ceci permet, notamment, d'améliorer le rendement de la réaction électrochimique.

20 De plus, l'intégration des collecteurs de courant sur l'empilement permet de faire circuler les électrons formés lors de la réduction de l'hydrogène sur une distance très courte entre un collecteur de courant et la couche catalytique de l'électrode correspondante. La distance parcourue par les électrons étant de l'ordre de quelques micromètres, elle évite des pertes ohmiques dues au niveau de conductivité électrique des matériaux constituant les électrodes lorsque celles-ci
25 ne sont pas comprimées par un dispositif de type filtre-presse. La conductivité électrique des électrodes est généralement de l'ordre de 1S/cm à 10S/cm.

Pour ne pas altérer les électrodes, chaque collecteur de courant peut également être disposé entre la membrane électrolytique 4 et l'électrode correspondante.

Ainsi, selon un procédé particulier de réalisation d'une partie d'une pile à combustible, tel que représenté aux figures 5 à 11, la membrane électrolytique 4 est déposée sur un substrat 10 (figure 5), sous la forme d'une couche de polymère perfluoré de type Nafion®. Une couche métallique 11, de préférence en or, en alliage chrome-or ou en alliage titane-or, est ensuite déposée sur la membrane électrolytique 4 par évaporation (figure 6).

Puis, une étape de photolithographie est réalisée de manière à former un masque 12 en matériau photoréticulable sur la couche métallique (figure 7). Le masque 12 comporte des cavités 12a dans lesquelles est réalisé un dépôt galvanique, par exemple en or ou en cuivre, (figure 8). Ainsi, le dépôt galvanique comporte des parties en relief 13 correspondant à la partie complémentaire des cavités 12a. Une fois le matériau photoréticulable retiré (figure 9), la couche métallique 11 est gravée (figure 10) de sorte qu'elle comporte des passages transversaux tels que ceux représentés aux figures 3 et 4 et qui sont destinés à permettre le passage des protons de l'anode vers la membrane électrolytique 4 ou de la membrane électrolytique 4 vers la cathode. Les parties en relief 13 du dépôt galvanique sont, ainsi, respectivement superposées aux bordures des passages transversaux 7a de la couche métallique, l'ensemble formant un collecteur de courant 7. Enfin, un élément catalytique 14 d'une électrode est déposé sous forme d'une couche mince, sur la surface de l'ensemble formé par la membrane électrolytique 4 et le collecteur de courant 7.

Ce mode particulier de réalisation permet, notamment, d'utiliser les techniques de dépôt connues dans le domaine de la microtechnologie, et donc de réaliser des piles à combustibles miniatures et de manière plus rapide.

Une pile à combustible comportant de tels collecteurs de courant présente des caractéristiques électrochimiques intrinsèques équivalentes à celles des piles du type filtre-presse. Elle a, cependant, une densité d'énergie volumique ou massique beaucoup plus élevée et elle est beaucoup moins encombrante.

5

L'invention n'est pas limitée à un mode particulier de réalisation. Ainsi, le collecteur de courant peut être structuré sous la forme d'un peigne ou d'une grille et comporter une alternance de zones poreuses et non poreuses. De plus, la pile à combustible peut comporter une pluralité d'empilement EME avec des

10

collecteurs de courant intégrés.

Revendications

1. Pile à combustible comportant des premier et second collecteurs de courant
5 (7, 8) correspondant respectivement à des première et seconde électrodes (2 et 3), et un empilement comprenant une membrane électrolytique (4) munie de faces avant et arrière (4a, 4b) sur lesquelles sont respectivement disposées les première et seconde électrodes (2, 3), pile caractérisée en ce que les premier et second collecteurs de courant (7, 8) sont intégrés à l'empilement et ils sont
10 chacun constitués par un dépôt métallique comportant une pluralité de passages transversaux (7a, 8a) pour un fluide.
2. Pile à combustible selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dépôt
15 métallique est structuré sous la forme d'une grille.
3. Pile à combustible selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dépôt
métallique est structuré sous la forme d'un peigne.
4. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
20 caractérisée en ce que le dépôt métallique est poreux, les passages transversaux (7a, 8a) étant constitués par les pores du dépôt.
5. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
25 caractérisée en ce que le dépôt métallique comporte une alternance de zones poreuses et de zones non poreuses, les passages transversaux (7a, 8a) étant constitués par les pores des zones poreuses.

6. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le dépôt métallique est disposé sur une face externe de l'électrode correspondante (7, 8).
- 5 7. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le dépôt métallique est disposé entre la membrane électrolytique (4) et l'électrode correspondante (7, 8).
- 10 8. Pile à combustible selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le métal du dépôt métallique est choisi parmi les métaux nobles.



Fig. 1 (Art antérieur)

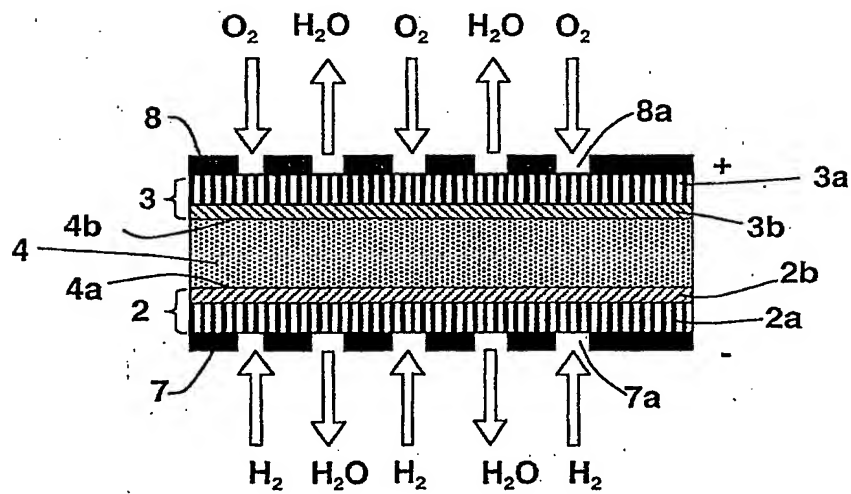


Fig. 2

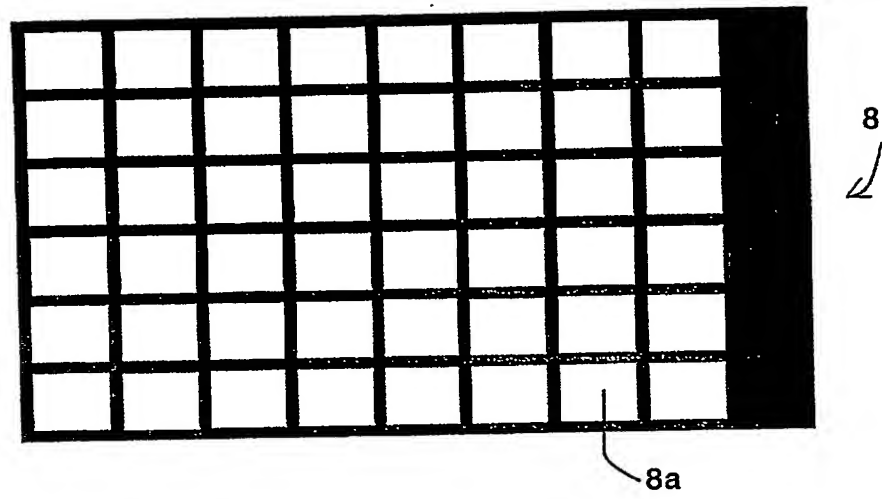


Fig. 3

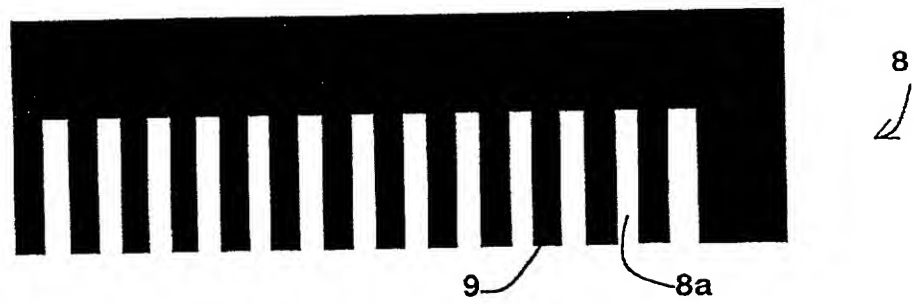


Fig. 4

3/4

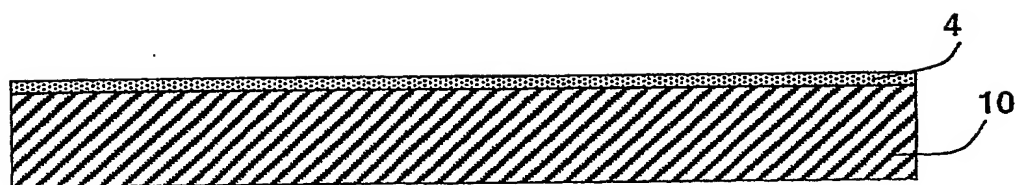


Fig. 5

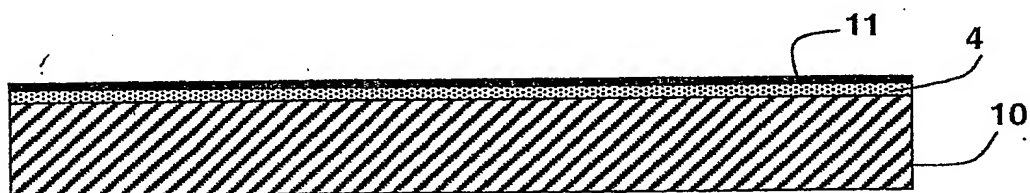


Fig. 6

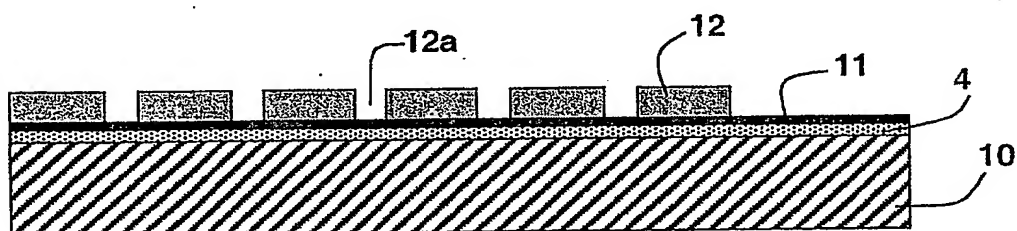


Fig. 7

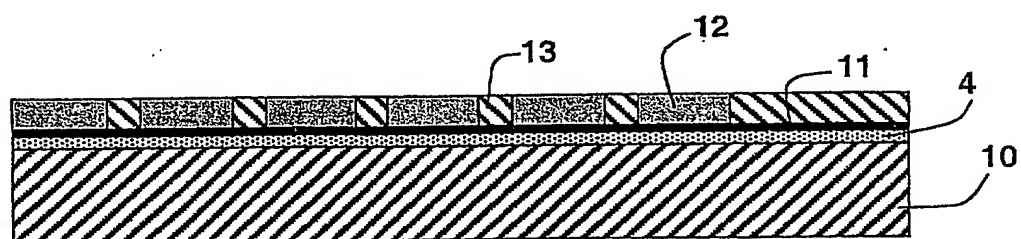


Fig. 8

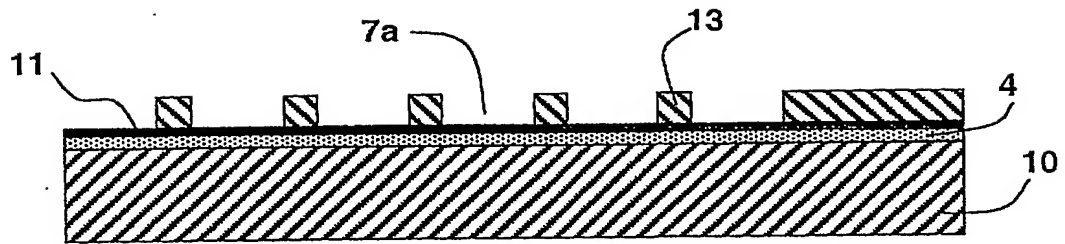


Fig. 9

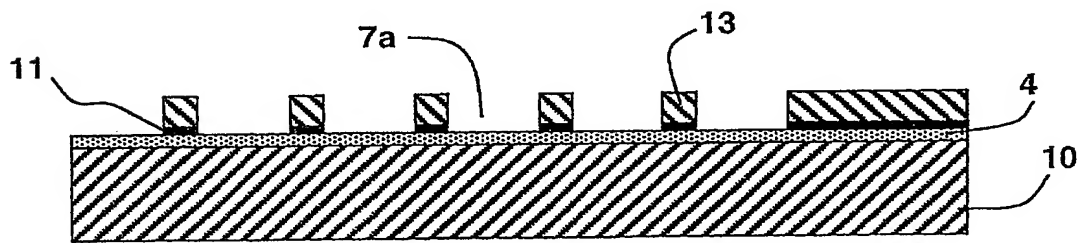


Fig. 10

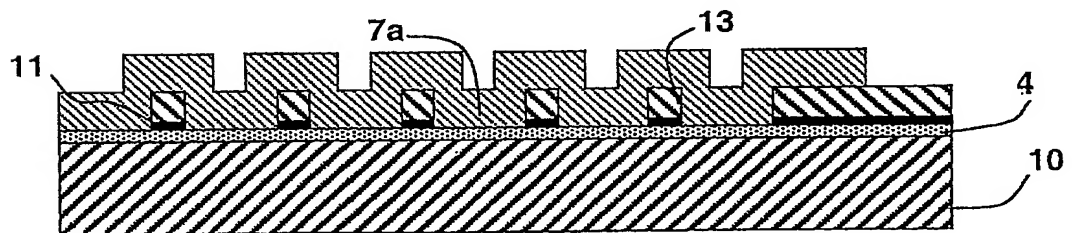


Fig. 11

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/ 2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 2706

Vos références pour ce dossier (<i>facultatif</i>)		PA1754ER
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0307967
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Pile à combustible comportant des collecteurs de courant intégrés à l'empilement Electrode-Membrane-Electrode.		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
Commissariat à l'Energie Atomique		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	Marsacq
	Prénoms	Didier
Adresse	Rue	12, rue Jean Prévost
	Code postal et ville	38000 Grenoble
Société d'appartenance (<i>facultatif</i>)		
2	Nom	Laurent
	Prénoms	Jean-Yves
Adresse	Rue	3, allée du parc Cidex 55
	Code postal et ville	38640 Claix
Société d'appartenance (<i>facultatif</i>)		
3	Nom	Roux
	Prénoms	Christel
Adresse	Rue	La Terrasse
	Code postal et ville	38210 Saint-Quentin-sur-Isère
Société d'appartenance (<i>facultatif</i>)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S)		
DU (DES) DEMANDEUR(S)		Gérard Hecké
OU DU MANDATAIRE		CPI 95-1201
(Nom et qualité du signataire)		Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2/ 2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (<i>facultatif</i>)		PA1754FR
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0307967
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Pile à combustible comportant des collecteurs de courant intégrés à l'empilement Electrode-Membrane-Electrode.		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
Commissariat à l'Energie Atomique		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1 Nom		Nayoze
Prénoms		Christine
Adresse	Rue	Les "Caravelles"
	Code postal et ville	140, Boulevard Joliot-Curie 38600 Fontaine
Société d'appartenance (<i>facultatif</i>)		
2 Nom		Cardot
Prénoms		François
Adresse	Rue	Orée 104
	Code postal et ville	2000 Neuchatel Suisse
Société d'appartenance (<i>facultatif</i>)		
3 Nom		
Prénoms		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (<i>facultatif</i>)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		<p>Gérard Hecké CPI 95-1201</p> <p>Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410</p> <p>PCT/FR2004/001548</p>

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.